

Міністерство освіти і науки України

Криворізький національний університет

Електротехнічний факультет

Пояснювальна записка

**до кваліфікаційної роботи бакалавра
за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка**

ТЕМА РОБОТИ:

Адаптивна система керування моментом синхронного електродвигуна

Виконав: студент групи ЕЕМ-20

Максим БИЧКОВ

Керівник випускної роботи _____

к.т.н., доц. Ігор СІНЧУК

Нормо контролер _____

к.т.н., доц. Ігор СІНЧУК

Декан ЕТФ _____

к.т.н., доц. Владислав ФЕДОТОВ

Гарант освітньої програми _____

к.т.н., доц. Ігор ПЕРЕСУНЬКО

Кривий Ріг 2024 р.

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

БИЧКОВ Максим Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Адаптивна система керування моментом синхронного
електродвигуна

1. Термін подання студентом роботи: 10 червня 2024 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є розробка системи усунення коливань напруги живлення за допомогою спеціальних схем включення, а також застосування специфічних алгоритмів, що використовуються у системі керування та покликані створити на задаючому пристрої таку послідовність імпульсів на комутацію ключових елементів, щоб було забезпечено принцип почергової компенсації гармонійних складових напруги та струму
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I. Розгляд структур електричних приводів; II. Компенсація складових вектору напруги; III. Результати моделювання.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) I. Загальна структура системи керування; II. Принцип переміщення вікна прогнозування; III. Моделювання прогнозування зміни напруги в ланці постійного струму.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Ігор СІНЧУК		
II	Ігор СІНЧУК		
III	Ігор СІНЧУК		

6. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Перетворювачі з ланкою постійного струму	10.05.24
2	Опис коливань напруги в ланці постійного струму	12.05.24
3	Синхронна широтно-імпульсна модуляція	17.05.24
4	Колівання напруги ланки постійного струму	19.05.24
5	Моделювання базової системи з ланкою постійного струму	24.05.24 26.05.24
6	Моделювання системи з компенсацією	07.06.24

Дата видання завдання 29.04.2024 р.

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Максим БИЧКОВ
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ігор СІНЧУК
(Ім'я, прізвище)

Зміст

Вступ.....	5
Розділ 1. Розгляд структур електричних приводів	9
1.1. Перетворювачі з ланкою постійного струму.....	9
1.2. Опис коливань напруги в ланці постійного струму та їх впливу	11
Розділ 2. Компенсація складових вектору напруги	18
2.1. Синхронна широтно-імпульсна модуляція	18
2.2. Коливання напруги ланки постійного струму	25
Розділ 3. Результати моделювання.....	31
3.1. Моделювання базової системи з ланкою постійного струму.....	31
3.2. Моделювання системи з компенсацією	34
Висновки	36

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Для живлення електричного приводу використовується система перетворення параметрів електричної енергії.

Такі системи набули широкого розповсюдження та мають істотні переваги у порівнянні із застарілими системами регулювання параметрів електричного приводу.

Багато в чому від їх правильного використання залежить ефективність регулювання електроприводів.

Розповсюдження знайшли електричні приводи у якості двигунів у яких використовується синхронний двигун.

Синхронні двигуни володіють цілим рядом суттєвих переваг при застосуванні.

Основними перевагами є щільність статичного моменту та керованість таких систем.

Від вправного узгодження їх роботи із перетворювачем електричної енергії можна досягти суттєвих проривів у розробці системи регулювання параметрів.

Іншим аспектом ефективної роботи електричних приводів з перетворювальними пристроями є забезпечення якості споживання електричної енергії.

Для здійснення цього завдання використовують ряд заходів щодо системи керування перетворювачем.

У структуру перетворювача дуже часто вводять додаткові елементи стабілізації параметрів мережі.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фільтро-компенсуючі пристрої можна використовувати при однофазному живленні перетворювача.

Але при цьому слід врегульовувати виникаючі при цьому прояви неприйнятних режимів для роботи.

Річ у тім що при живленні від однофазного джерела у ланці постійного струму виникають коливання випрямленої напруги.

До того слід додати що амплітуда коливань випрямленої напруги буде впливати на працездатність конденсатору вихідного фільтру керованого перетворювача.

Усунення таких проявів можливо і з боку роботи системи керування перетворювачем.

При цьому для усунення таких проявів при зміні навантаження врегульовують значення комутаційної напруги.

Комутаційні процеси можна врегульовувати шляхом розрахунку відповідних керуючих впливів.

Також можна застосовувати почергове керування комутуючими елементами.

Іншою можливістю усунення коливань напруги постійного струму є схемні рішення перетворювачів.

Спеціальні схеми включення перетворювачів застосовуються для зміни амплітуди коливань.

Також можна розглядати спеціальні алгоритми керування перетворювачем.

Алгоритми керування реалізують модуляцію аналітичного рівняння щодо розрахунку керуючих впливів від системи попередження коливання

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруги постійного струму з боку перетворювача у колі випрямленої напруги.

Ефективність такого врегулювання можна забезпечити розрахунком вагових функцій.

Алгоритм регулювання буде забезпечувати модуляцію векторного сигналу керуючих імпульсів.

Модуляція векторів виконується із застосуванням почергової компенсації гармонійних складових.

Такий підхід до вироблення керуючих впливів практично унеможлиблює коливальний процес.

Наявність пульсацій у ланці постійного струму викликає виникнення пульсацій моменту електричного двигуна завдяки виникненню пульсацій струму.

Також електромагнітна система буде насичуватись шкідливими перемагніченнями.

Завдяки впровадженню методу просторово-векторної модуляції даний алгоритм буде реалізовано у структурі керованого перетворювача у якості керуючого впливу.

Метод просторово-векторної модуляції буде описувати аналітичні залежності розглянутих функцій.

Ефективність використання запропонованого методу реалізації системи компенсації коливань напруги постійного струму можна перевірити на імітаційній моделі.

Для такої реалізації буде розроблено імітаційну модель що складається відповідно до структури перетворювача та містить ключові

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи та буфери їх комутування що можуть бути застосовані у якості фільтрів.

Налаштовування імітаційної моделі буде спрямовано відповідно до параметрів електроприводу.

При відпрацьовуванні керуючих впливів відповідно до розробленого за методом просторово-векторної компенсації алгоритму коливальні процеси у ланці постійного струму майже унеможливаються.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Розгляд структур електричних приводів

1.1. Перетворювачі з ланкою постійного струму

Електропривод із синхронним двигуном який має у своєму складі постійні магніти може бути представлений одною з представлених структур з перетворювачем.

Рисунок 1.1 – Структурна схема електромеханічної системи

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розділ 1	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розробив</i>	Бичков М.М.						10	9
<i>Перевірів</i>	Сінчук І.О.							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук І.О.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.					КНУ ЕЕМ-20		

Ключові елементи керованого перетворювача мають забезпечувати своєчасне відкриття та закриття що спричиняє виникнення гармонійних спотворень.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2. Опис коливань напруги в ланці постійного струму та їх впливу

Складемо рівняння балансу електричної енергії при розрахунку керуючого імпульсу через результуючу складову та запишемо рівняння у векторній формі.

$$S_x = \frac{u_x^*(t)}{\frac{1}{2}U_{dc}} = MI \sum_{i=1,5,7,11,13,\dots} k_i \sin(i\omega_1 t + \varphi_{xi}), \quad (1.1)$$

де $x = \{a, b, c\}$,

U_{dc} – значення напруги ланки постійного струму,

k_i – коефіцієнт i -ї гармонійної складової,

ω_1 – частота першої гармонійної складової,

φ_{xi} – початкові умови для визначення i -ї гармонійної складової x ,

MI – коефіцієнт модуляції [16].

Розрахуємо відхилення напруги:

$$u_x(t) = \frac{1}{2}S_x U_{dc}. \quad (1.2)$$

Тоді напруга у ланці постійного струму із врахуванням коливальності процесу:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$u_{dc}(t) = U_{dc} + U_{dc} \sum_{j=1}^{\infty} K_j \sin(j\omega_{fb} + \varphi_{fj}), \quad (1.3)$$

де U_{dc} – постійна складова,

K_j – коефіцієнт j -ї гармонійної складової,

ω_{fb} – основна частота гармонійних коливань,

φ_{fj} – початкові умови для визначення стану j -ї гармонійної складової.

При живленні від однофазного джерела напруги можна записати отримане відхилення:

$$u_x(t) = \frac{1}{2} MIU_{dc} \sum_{i=1,5,7,11,13,\dots} k_i \sin(i\omega_1 t + \varphi_{xi}) +$$

$$+ \frac{1}{2} MIU_{dc} \sum_{i=1,5,7,11,13,\dots} \sum_{j=1}^{\infty} [k_i K_j \cos((j\omega_b - i\omega_1)t + \varphi_{fj} + \varphi_{xi})$$

$$- k_i K_j \cos((j\omega_b + i\omega_1)t + \varphi_{fj} + \varphi_{xi})] \quad (1.4)$$

Проведемо розрахунок представлених процесів відповідно до режиму роботи.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Рисунок 1.2 – Моменту ланки постійного струму

Тоді у ланці постійного струму:

$$\frac{1}{2}U_{dc} + \frac{1}{2}U'_{dc}K_1 \sin(\omega_{fb}t + \varphi'_{b1}),$$

Миттєве значення напруги:

$$\frac{1}{2}U_{dc} + \frac{1}{2}U_{dc}K_1 \sin(\omega_{fb}t + \varphi_{b1}),$$

Похибка при визначені початкових умов:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$\Delta\varphi_{b1} = \varphi_{b1} - \varphi'_{b1},$$

Похибка при визначенні амплітудного значення:

$$\Delta U_{dc} = U_{dc} - U'_{dc}.$$

Розрахуємо першу гармонійну складову напруги постійного струму перетворювача.

Комутуюча функція буде розрахована:

$$S'_x = \frac{U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}, \quad (1.5)$$

напруга на виході:

$$\begin{aligned} u'_x(t) &= S'_x \left(\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1}) \right) = \\ &= U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1}) \cdot \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \cdot \left(\frac{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} + \frac{\frac{\Delta U_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} \right. \\
& \quad + \frac{\frac{\Delta U_{dc}}{2} (\cos \Delta \varphi_{b1} - 1) K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} \\
& \quad \left. + \frac{\frac{\Delta U_{dc}}{2} K_1 \cos(\omega_f b t + \varphi'_{b1}) \sin \Delta \varphi_{b1}}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} \right) = \\
& = U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1}) + \frac{K_1}{2} U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1}) \cdot \\
& \cdot \left(\frac{[\Delta U_{dc} + U_{dc} (\cos \Delta \varphi_{b1} - 1)] \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} \right. \\
& \quad \left. + \frac{[\Delta U_{dc} \sin \Delta \varphi_{b1}] \cos(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} \right) = \\
& = U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1}) + KC \cdot U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1}) \\
& \quad \cdot \cos \left(\omega_f b t + \varphi'_{b1} - \arctan \frac{\Delta U_{dc} + U_{dc} (\cos \Delta \varphi_{b1} - 1)}{U_{dc} \sin \Delta \varphi_{b1}} \right) = \\
& = U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1}) + \frac{KC}{2} \\
& \quad \cdot \left(\sin [(\omega_{fb} + \omega_1)t + \varphi_{b1} + \varphi_{x1}] \right. \\
& \quad \left. - \arctan \frac{\Delta U_{dc} + U_{dc} (\cos \Delta \varphi_{b1} - 1)}{U_{dc} \sin \Delta \varphi_{b1}} \right] \\
& \quad - \sin \left[(\omega_{fb} + \omega_1)t + \varphi_{b1} + \varphi_{x1} \right. \\
& \quad \left. - \arctan \frac{\Delta U_{dc} + U_{dc} (\cos \Delta \varphi_{b1} - 1)}{U_{dc} \sin \Delta \varphi_{b1}} \right], \quad (1.6)
\end{aligned}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

де

$$KC = \frac{K_1}{2} \cdot \frac{\sqrt{(\Delta U_{dc} + U_{dc}(\cos \Delta \varphi_{b1} - 1))^2 + (U_{dc} \sin \Delta \varphi_{b1})^2}}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U'_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})}. \quad (1.7)$$

Проведемо розрахунок представлених процесів відповідно до режиму роботи.

Рисунок 1.3 – Момент в ланці постійного струму

Розрахуємо кореговане значення визначеної функції щодо керуючого впливу для електричних ключів перетворювача що використовуються при керування модульованим сигналом просторової векторної компенсації коливальної складової.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$S_x'' = \frac{U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_{x1})}{\frac{U_{dc}}{2} + \frac{U_{dc}}{2} K_1 \sin(\omega_f b t + \varphi'_{b1})} \quad (1.8)$$

При цьому коливальний процес буде майже повністю усунено.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Розділ 2. Компенсація складових вектору напруги

2.1. Синхронна широтно-імпульсна модуляція

Розглянемо складну структуру розробленої системи керування щодо компенсаційної спроможності модульованих сигналів на значення напруги у контурі випрямленого струму керованого перетворювача.

Змоделюємо на прикладі розробленої структури зазначений методикою алгоритм відпрацювання сигналів.

Рисунок 2.1 – Структурна схема системи керування електроприводом

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>	Бичков М.М.				Розділ 2	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Сінчук І.О.						19	13
<i>Реценз.</i>					КНУ ЕЕМ-20			
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук І.О.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.							

Рисунок 2.2 – Передаточні співвідношення

Складемо оціночні вектори у просторовій формі щодо виявлення та припинення коливального процесу.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

а)

б)

в)

г)

Рисунок 2.3 – Базові вектори

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

a)

б)

в)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

г)

Рисунок 2.4 – Порядок імпульсів

а)

Рисунок 2.5 – Опорна та модульована напруга

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

б)

Рисунок 2.5 – Опорна та модульована напруга

в)

Рисунок 2.5 – Опорна та модульована напруга

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

г)

Рисунок 2.5 – Опорна та модульована напруга

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.2. Коливання напруги ланки постійного струму

Система векторної полеорієнтованої модуляції з компенсаційним ефектом може бути представлена у вигляді структурного зсуву керуючого імпульсу.

Рисунок 2.6 – Принцип переміщення

При застосуванні широтно-імпульсної модуляції можна отримати наступні складові:

$$u_{ref}T_s = u_1t_1 + u_2t_2 + u_0t_0,$$

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Рисунок 2.7 – Моделювання напруги

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Рисунок 2.8 – Просторовий вектор

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Рисунок 2.9 – Демонстрація траєкторії

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Рисунок 2.10 – Демонстрація вирівнення

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Рисунок 2.11 – Структурна схема

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						30
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 3. Результати моделювання

3.1. Моделювання базової системи з ланкою постійного струму

Виходячи з розглянутих принципів була створена математична модель та досліджено перехідні процеси у структурі керованого перетворювача із ланкою постійного струму.

Задача знаходження моментів повного вимкнення керованих ключів дозволяє суттєво знизити коливальність процесу у ланці постійного струму перетворювача.

Представимо графіки перехідних процесів.

Рисунок 3.1 – Графік струму двигуна

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Розділ 3	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розробив</i>	Бичков М.М.						32	5
<i>Перевірів</i>	Сінчук І.О.							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук І.О.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.					КНУ ЕЕМ-20		

Рисунок 3.2. – Спектр струмів двигуна

Рисунок 3.3 – Графік моменту двигуна

Рисунок 3.4 – Графік струму двигуна

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Рисунок 3.5 – Спектр струмів двигуна

Рисунок 3.6 – Графік моменту двигуна

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3.2. Моделювання системи з компенсацією

При розгляді просторової шіотно-векторної модуляції керованих сигналів завдяки розробленому алгоритму буде розглянута серія керуючих імпульсів.

Алгоритм компенсації гармонійних складових розрахованих сигналів буде узгоджувати час вимкненого та ввімкненого часу роботи керованих ключів перетворювача.

Представимо графіки перехідних процесів.

Рисунок 3.7 – Графік струму двигуна

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 3.8 – Спектр струмів двигуна

Рисунок 3.9 – Графік моменту двигуна

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Висновки

Для живлення електричного приводу використовується система перетворення параметрів електричної енергії.

Такі системи набули широкого розповсюдження та мають істотні переваги у порівнянні із застарілими системами регулювання параметрів електричного приводу.

Багато в чому від їх правильного використання залежить ефективність регулювання електроприводів.

Розповсюдження знайшли електричні приводи у якості двигунів у яких використовується синхронний двигун.

Синхронні двигуни володіють цілим рядом суттєвих переваг при застосуванні.

Основними перевагами є щільність статичного моменту та керованість таких систем.

Від вправного узгодження їх роботи із перетворювачем електричної енергії можна досягти суттєвих проривів у розробці системи регулювання параметрів.

Іншим аспектом ефективної роботи електричних приводів з перетворювальними пристроями є забезпечення якості споживання електричної енергії.

Для здійснення цього завдання використовують ряд заходів щодо системи керування перетворювачем.

У структуру перетворювача дуже часто вводять додаткові елементи стабілізації параметрів мережі.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фільтро-компенсуючі пристрої можна використовувати при однофазному живленні перетворювача.

Але при цьому слід врегульовувати виникаючі при цьому прояви неприйнятних режимів для роботи.

Річ у тім що при живленні від однофазного джерела у ланці постійного струму виникають коливання випрямленої напруги.

До того слід додати що амплітуда коливань випрямленої напруги буде впливати на працездатність конденсатору вихідного фільтру керованого перетворювача.

Усунення таких проявів можливо і з боку роботи системи керування перетворювачем.

При цьому для усунення таких проявів при зміні навантаження врегульовують значення комутаційної напруги.

Комутаційні процеси можна врегульовувати шляхом розрахунку відповідних керуючих впливів.

Також можна застосовувати почергове керування комутуючими елементами.

Іншою можливістю усунення коливань напруги постійного струму є схемні рішення перетворювачів.

Спеціальні схеми включення перетворювачів застосовуються для зміни амплітуди коливань.

Також можна розглядати спеціальні алгоритми керування перетворювачем.

Алгоритми керування реалізують модуляцію аналітичного рівняння щодо розрахунку керуючих впливів від системи попередження коливання

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруги постійного струму з боку перетворювача у колі випрямленої напруги.

Ефективність такого врегулювання можна забезпечити розрахунком вагових функцій.

Алгоритм регулювання буде забезпечувати модуляцію векторного сигналу керуючих імпульсів.

Модуляція векторів виконується із застосуванням почергової компенсації гармонійних складових.

Такий підхід до вироблення керуючих впливів практично унеможлиблює коливальний процес.

Наявність пульсацій у ланці постійного струму викликає виникнення пульсацій моменту електричного двигуна завдяки виникненню пульсацій струму.

Також електромагнітна система буде насичуватись шкідливими перемагніченнями.

Завдяки впровадженню методу просторово-векторної модуляції даний алгоритм буде реалізовано у структурі керованого перетворювача у якості керуючого впливу.

Метод просторово-векторної модуляції буде описувати аналітичні залежності розглянутих функцій.

Ефективність використання запропонованого методу реалізації системи компенсації коливань напруги постійного струму можна перевірити на імітаційній моделі.

Для такої реалізації буде розроблено імітаційну модель що складається відповідно до структури перетворювача та містить ключові

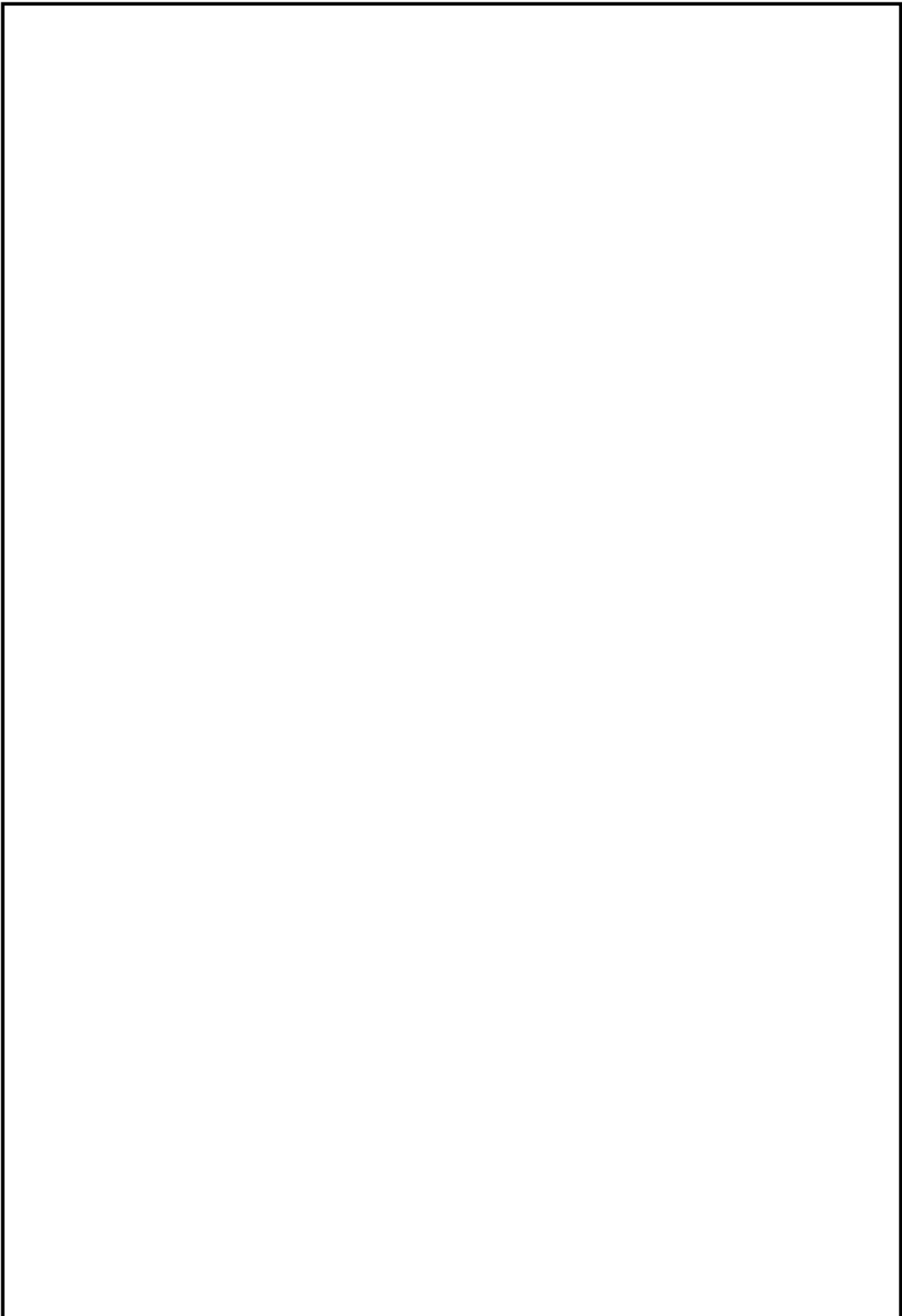
					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи та буфери їх комутування що можуть бути застосовані у якості фільтрів.

Налаштовування імітаційної моделі буде спрямовано відповідно до параметрів електроприводу.

При відпрацьовуванні керуючих впливів відповідно до розробленого за методом просторово-векторної компенсації алгоритму коливальні процеси у ланці постійного струму майже унеможливаються.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-02	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		